

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representation of
The original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.



대한민국 특허청
KOREAN INDUSTRIAL
PROPERTY OFFICE

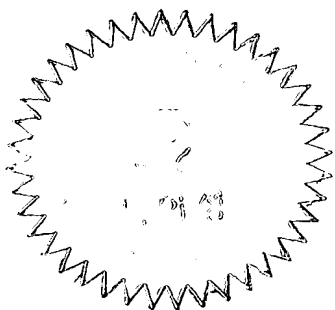
별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Industrial
Property Office.

출원번호 : 특허출원 2000년 제 62260 호
Application Number

출원년월일 : 2000년 10월 23일
Date of Application

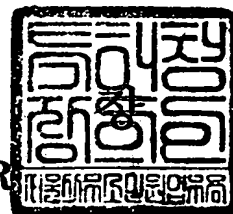
출원인 : 한국전자통신연구원
Applicant(s)



2000 년 11 월 30 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2000.10.23
【발명의 명칭】	주파수 공간상에서의 가보 필터를 이용한 질감표현방법 및 질감기반 영상 검색방법
【발명의 영문명칭】	Texture description method and texture retrieval method using Gabor filter in frequency domain
【출원인】	
【명칭】	한국전자통신연구원
【출원인코드】	3-1998-007763-8
【대리인】	
【성명】	전영일
【대리인코드】	9-1998-000540-4
【포괄위임등록번호】	1999-054594-1
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김문철
【성명의 영문표기】	KIM, Mun Chur l
【주민등록번호】	670104-1691416
【우편번호】	302-120
【주소】	대전광역시 서구 둔산동 동지아파트 110동 405호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김진웅
【성명의 영문표기】	KIM, Jin Woong
【주민등록번호】	591223-1011621
【우편번호】	305-390
【주소】	대전광역시 유성구 전민동 엑스포아파트 305동 1603호
【국적】	KR
【우선권주장】	
【출원국명】	KR
【출원종류】	특허

【출원번호】 10-1999-0054904
【출원일자】 1999. 12. 03
【증명서류】 첨부
【심사청구】 청구
【취지】 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인
 전영일 (인)
【수수료】

【기본출원료】	20 면	29,000 원
【가산출원료】	9 면	9,000 원
【우선권주장료】	1 건	26,000 원
【심사청구료】	22 항	813,000 원
【합계】		877,000 원
【감면사유】	정부출연연구기관	
【감면후 수수료】	451,500 원	

【첨부서류】 1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

본 발명은 영상신호를 주파수 공간으로 변환하고 가보 필터링하여 질감 특징을 추출하기 위한 주파수 공간상에서의 질감표현방법 및 이를 이용한 질감기반 검색방법에 관한 것이다.

이러한 주파수 공간상에서의 질감표현방법은, 시간영역의 영상을 주파수영역으로 변환하는 제 1 단계와; 상기 주파수영역으로 변환된 영상을 $N \times M$ 개의 필터영역을 가지는 가보 필터에 적용하여 필터링하는 제 2 단계; 상기 가보 필터의 $N \times M$ 필터영역에 대응하는 주파수 공간분할 레이아웃의 각 채널에서 상기 가보 필터링된 영상의 질감 특징값들을 추출하는 제 3 단계; 및 상기 영상의 질감 특징값들을 이용하여 상기 영상의 질감기술자를 표현하는 제 4 단계를 포함한다.

【대표도】

도 1

【색인어】

질감기술자, 가보 필터, 영상검색, 특징벡터, 시각인지시스템, 라돈변환

【명세서】**【발명의 명칭】**

주파수 공간상에서의 가보 필터를 이용한 질감표현방법 및 질감기반 영상 검색방법
{ Texture description method and texture retrieval method using Gabor filter in
frequency domain }

【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명의 한 실시예에 따른 주파수 공간상에서의 질감표현방법을 도시한 흐름도,

도 2는 본 발명에서 각 채널별 질감표현을 추출하기 위해 사용하는 주파수 공간분할 레이아웃을 도시한 도면,

도 3은 본 발명에서 각 채널별 질감표현을 추출하기 위해 사용하는 가보 필터 구조를 도시한 도면이다.

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

<4> 본 발명은 영상의 질감을 표현하는 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게 말하면 영상신호를 주파수 공간으로 변환하고 가보 필터링하여 질감 특징을 추출하는 주파수 공간상에서의 질감표현방법에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 상기한 질감표현방법으로 색

인된 영상들에 대한 질감기반 영상 검색방법에 관한 것이기도 하다.

<5> 영상에서 질감정보는 그 영상의 특징을 나타내는 중요한 시각적 특징 중의 하나로써 오랫동안 연구되어 왔다. 이러한 영상의 질감정보는 영상 또는 비디오데이터를 내용기반 색인(indexing) 및 요약화(abstraction)하는 데 있어서, 주요한 하위레벨 기술자(descriptor)로 이용된다. 또한, 이 영상의 질감정보는 전자앨범에서 특정사진을 검색하거나, 타일 또는 직물 데이터베이스에서의 내용기반 검색에 중요하게 이용되는 정보이다.

<6> 현재까지는 영상의 질감특징을 추출하기 위하여 시간영역이나 주파수영역에서 특징값을 계산하였다. 특히 주파수영역에서 영상의 질감특징을 추출하는 방법은 다양한 형태의 영상들의 질감특징 표현에 적합한 것으로 알려져 왔다.

<7> 이에 관한 논문이 다음과 같이 발표되었다. 저자가 비.에스. 만쥬나쓰(B.S. Manjunath)와 더블유.와이. 마(W.Y. Ma)이고, 논문제목이 '텍스처 퓨처스 포어 브라이징 앤드 리트리벌 오브 이미지 데이터(Texture features for browsing and retrieval of image data)'이며, 게재지가 '아이이이이 트랜잭션 온 패턴 어널리시스 앤드 머신 인텔리전스(IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence)' 제18권 제8호이고, 1996년 8월에 발표된 논문에서는, 주파수 공간에서 가보(Gabor) 필터링한 후 얻은 영상에서 각 채널에서의 평균과 분산을 영상 질감의 특징값으로 추출하여 특징벡터를 계산하는 방법이 발표되었다.

<8> 그러나 이러한 종래의 가보 필터링을 이용한 영상 질감 표현 기술은 다음과

같은 문제점이 있다. 첫째, 영상의 가보 필터링을 신호영역에서 수행함으로써 주파수영역에서 수행하는 것에 비해 계산시간이 매우 많이 걸린다. 둘째, 직교주파수 공간을 이용하기 때문에 저주파영역에서 좁은 통과대역을 가지는 가보필터를 사용하여 질감 정보를 추출할 경우에 영상의 주파수 샘플링의 밀도가 낮아 충분한 정보를 획득할 수 없다. 셋째, 영상 밝기값의 평균값과 분산값을 영상의 질감 특징으로 모두 이용하기 때문에 특징표현에 있어서 데이터 사이즈가 큰 단점을 지니고 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<9> 따라서, 본 발명은 상기와 같은 종래기술의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은 영상의 신호영역이 아닌 주파수영역에서 가보 필터링을 수행함으로써, 필터링 계산시간을 줄이는 주파수 공간상에서의 가보 필터를 이용한 질감표현방법 및 질감기반 영상 검색방법을 제공하기 위한 것이다.

<10> 본 발명의 다른 목적은 극 좌표계를 이용하여 가보 필터링을 수행함으로써, 영상의 저주파 영역에는 주파수 샘플링 밀도를 높게 하여 영상의 질감정보가 충분히 추출되도록 하고, 고주파영역에는 주파수 샘플링 밀도를 낮게 하여 넓은 통과대역을 갖는 가보 필터링을 하여도 충분한 질감정보가 추출되도록 하는 주파수 공간상에서의 가보 필터를 이용한 질감표현방법 및 질감기반 영상 검색방법을 제공하기 위한 것이다.

<11> 본 발명의 또 다른 목적은 영상 질감의 특징 표현값으로 영상의 밝기값의 평균, 영상 밝기값의 분산, 에너지, 및 에너지 분산값을 사용함으로써, 검색율을 높이는 주파수 공간상에서의 가보 필터를 이용한 질감표현방법 및 질감기반 영상 검색방법을 제공하기

위한 것이다.

<12> 본 발명의 또 다른 목적은 가보 필터를 디자인할 때, 영상의 저주파 성분의 변화에 민감하고 고주파 성분의 변화에는 둔감한 인간의 시각인지 특성에 기반하여 저주파영역은 주파수 통과대역을 좁게 설계하고 고주파영역으로 갈수록 주파수 통과대역이 넓어지게 설계함으로써, 인간의 시각인지 특성을 고려한 주파수 공간상에서의 가보 필터를 이용한 질감표현방법 및 질감기반 영상 검색방법을 제공하기 위한 것이다.

<13> 본 발명의 또 다른 목적은, 영상이 회전 및 확대/축소되더라도 그 변화량이 미세하면 영상의 질감 표현값은 거의 변화하지 않도록 가보 필터링함으로써, 미세한 양으로 변환된 영상은 용이하게 검색해 낼 수 있는 주파수 공간상에서의 가보 필터를 이용한 질감 표현방법 및 질감기반 영상 검색방법을 제공하기 위한 것이다.

【발명의 구성 및 작용】

<14> 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 주파수 공간상에서의 가보 필터를 이용한 질감표현방법은, 시간영역의 영상을 주파수영역으로 변환하는 제 1 단계와;

<15> 상기 주파수영역으로 변환된 영상을 N개 개의 필터영역을 가지는 가보 필터에 적용하여 필터링하는 제 2 단계;

<16> 상기 가보 필터의 N개 필터영역에 대응하는 주파수 공간분할 레이아웃의 각 채널에서 상기 가보 필터링된 영상의 질감 특징값들을 추출하는 제 3 단계; 및

<17> 상기 영상의 질감 특징값들을 이용하여 상기 영상의 질감기술자를 표현하는 제 4 단계를 포함한 것을 특징으로 한다.

- <18> 양호하게는, 상기 제 1 단계는, 상기 시간영역의 영상을 2차원 푸리에 변환하여 직교좌표계 주파수영역으로 변환하거나, 상기 시간영역의 영상을 라돈 변환한 후 1차원 푸리에 변환하여 극좌표계 주파수영역으로 변환하는 것을 특징으로 한다.
- <19> 또한, 본 발명에 따르면 상술하였던 주파수 공간상에서의 가보 필터를 이용한 질감 표현방법을 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체가 제공된다.
- <20> 또한, 본 발명에 따른 주파수 공간상에서의 가보 필터를 이용한 질감기반 영상 검색방법은, 데이터베이스에 저장할 데이터영상들의 데이터 질감기술자를 가보 필터를 이용하여 추출하고 저장하는 제 1 단계와,
- <21> 질의영상이 입력되면 상기 질의영상의 질의 질감기술자를 가보 필터를 이용하여 추출하고 저장하는 제 2 단계,
- <22> 상기 데이터 질감기술자와 질의 질감기술자를 정합하여 두 질감기술자 사이의 거리를 측정하는 제 3 단계, 및
- <23> 상기 두 질감기술자 사이의 거리에 따라 두 영상의 유사도를 판정하는 제 4 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <24> 영호하게는, 상기 제 1 단계와 제 2 단계에서, 상기 데이터 질감기술자와 질의 질감기술자를 추출하는 과정은,
- <25> 시간영역의 영상을 주파수영역으로 변환하는 제 1 소단계와;

- <26> 상기 주파수영역으로 변환된 영상을 N개 개의 필터영역을 가지는 가보 필터에 적용하여 필터링하는 제 2 소단계;
- <27> 상기 가보 필터의 N개 필터영역에 대응하는 주파수 공간분할 레이아웃의 각 채널에서 상기 가보 필터링된 영상의 질감 특징값들을 추출하는 제 3 소단계; 및
- <28> 상기 영상의 질감 특징값들을 이용하여 상기 영상의 질감기술자를 표현하는 제 4 소단계를 포함한 것을 특징으로 한다.
- <29> 또한, 본 발명에 따르면 상술하였던 주파수 공간상에서의 가보 필터를 이용한 질감 기반 영상 검색방법을 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체가 제공된다.
- <30> 이하, 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명의 한 실시예에 따른 '주파수 공간상에서의 가보 필터를 이용한 질감표현방법 및 이를 이용한 질감기반 영상 검색방법'을 보다 상세하게 설명하면 다음과 같다.
- <31> 도 1은 본 발명에 따른 가보필터를 이용한 주파수 공간상에서의 질감 표현방법을 도시한 처리 흐름도이다.
- <32> 이러한 질감 표현방법은 영상을 질감정보 기반 색인할 때와 질감정보 기반 검색할 때 모두 사용되는 바, 입력된 영상을 처리하여 질감기술자를 만드는 방법이다. 즉, 데이터베이스에 색인하여 저장하고자 하는 영상들이 입력되면 도 1의 질감 표현방법에 따라 데이터 질감기술자들을 생성하고, 생성된 질감기술자들을 데이터베이스에 저장한다.

또한, 질의 영상이 입력되면 도 1의 질감 표현방법에 따라 질의 질감기술자를 생성하여 데이터베이스에 저장된 데이터 질감기술자들과 비교함으로써 검색이 이루어진다.

<33> 도 1을 참조하면서 본 발명에 따른 질감표현방법을 상세하게 설명하면 다음과 같다

<34> 먼저, 임의의 영상이 입력되면(S11), 단계 S12에서 푸리에 변환하여 입력된 영상을 직교좌표계 또는 극좌표계 주파수공간으로 변환한다. 여기서, 입력되는 영상은 앞서 설명한 바와 같이 데이터 영상 또는 질의 영상이 될 수 있다. 단계 S12에서 입력된 영상을 2차원 푸리에 변환하면 직교좌표계 주파수공간으로 변환되고, 라돈 변환한 후 1차원 푸리에 변환하면 극좌표계 주파수공간으로 변환된다.

<35> 입력된 영상을 극좌표계 주파수공간으로 변환하는 과정을 설명하면 다음과 같다.

먼저 입력된 영상을 라돈 변환하는데, 라돈 변환(Radon Transform)이란 2차원 영상 또는 다차원 멀티미디어 데이터를 각도에 따라 선적분해 가면서 1차원 투영데이터를 얻어내는 일련의 과정을 말한다. 즉, 물체는 보는 각도에 따라서 달리 보여지며, 한 물체를 모든 각도에서 바라보면 그 물체의 윤곽을 짐작할 수 있는데, 라돈 변환은 이러한 원리를 이용한 것이다.

<36> 이러한 2차원 영상에 대한 라돈 변환식은 수학식 1과 같이 표현된다.

<37> 【수학식 1】

$$p_{\theta}(R) = \int_{L(R,\theta)} f(x,y) dl = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(x,y) \delta(x \cos \theta + y \sin \theta - s) dx dy$$

<38> 여기서,

$f(x,y)$ 는 직교좌표계 시간영역에서의 영상함수이며, $p_\theta(R)$ 는 직교좌표계에서 원점을 통과하면서 양의 x 축과 이루는 각이 θ 인 광선축을 따라 선적분하여 얻은 1차 투영함수, 즉 1차 라돈변환함수이다. $\delta(x)$ 함수는 x 값이 0일 때 1이 되는 함수이다. 2차원 영상은 직교좌표계에서 ' $-\infty < x,y < \infty$ '의 영역을 가지고, 라돈 좌표계에서 ' $0 < s < \infty$, $0 < \theta < \pi$ '의 영역을 가진다. $x\cos\theta + y\sin\theta = s$ 일 때, $\delta(x\cos\theta + y\sin\theta - s) = 1$ 이 된다.

<39> 이와 같이 θ 를 0도에서 180도까지 회전하여 얻은 1차 라돈변환함수 $p_\theta(R)$ 의 집합을 시노그램(Sinogram)이라고 한다. 이 시노그램을 푸리에 변환하면 직교좌표계 시간영역에서의 영상함수 $f(x,y)$ 를 2차원 푸리에 변환한 함수와 수학식 2와 같은 관계식이 성립한다.

<40> 【수학식 2】

$$P(\omega, \theta) = F(\omega \cos \theta, \omega \sin \theta) = F(\omega_x, \omega_y) \mid_{\omega_x = \omega \cos \theta, \omega_y = \omega \sin \theta}$$

<41> 여기서, $P(\omega, \theta)$ 는 라돈 변환함수 $p_\theta(R)$ 의 푸리에 변환함수이다. 그리고, ω 는 $\sqrt{\omega_x^2 + \omega_y^2}$ 이며, θ 는 $\tan^{-1}(\omega_y/\omega_x)$ 이다.

<42> 센트럴 슬라이스(Central Slice) 이론에 의하면, 시노그램의 푸리에 변환은 2차원 원영상의 푸리에 변환함수를 각 θ 축을 따라 절단하여 얻어지는 1차원 함수값이다. 이와 같이 영상신호를 라돈 변환 후 푸리에 변환하면, 영상신호를 극좌표계 주파수영역으로 변환한다.

<43> 다음, 단계 S13에서는 도 3과 같은 가보 필터를 도 2와 같은 주파수분할영역에서 필터링을 수행한다. 이때, 단계 S14에서 디자인한 가보 필터가 이용된다. 본 실시예에서는 방사방향으로 5영역, 각도방향으로 6개로 분할된 5×6 필터 개수를 가지는 가보필터를 디자인한다. 그러나, 이에 한정되지는 않는다.

<44> 일반적으로 가보 필터는 수학식 3과 같은 관계식으로 표현된다.

<45> 【수학식 3】

$$G_{P_{s,r}}(\omega, \theta) = A_{s,r} \exp\left[\frac{-(\omega - \omega_s)^2}{2\sigma_{\omega_s}^2}\right] \cdot \exp\left[\frac{-(\theta - \theta_r)^2}{2\sigma_{\theta_r}^2}\right]$$

<46> 여기서 $A_{s,r}$ 는 상수이고, $G_{P_{s,r}}(\omega, \theta)$ 는 s 번째 방사방향, r 번째 각도방향에서의 필터를 나타내고, s 는 {0,1,2,3,4} 중의 하나의 정수값으로서 방사방향으로의 위치를, r 은 {0,1,2,3,4,5} 중의 하나의 정수값으로서 각도방향으로의 위치를 나타낸다. 또한, $\sigma_{\omega_s}^2$ 와 $\sigma_{\theta_r}^2$ 는 각각 가보 필터의 표준 분산값으로 각도방향, 방사방향의 필터 너비를 나타낸다.

<47> 본 실시예에서와 같이 5×6의 필터 개수를 갖는 가보 필터에서 표준 분산값은 아래의 표 1 내지 표 2와 같이 나타낼 수 있다. 표 1은 방사 방향에서 가보 필터 변수값이고, 표 2는 각도 방향에서 가보 필터 변수값이다.

<48>

【표 1】

Radial index (s)	0	1	2	3	4
centre frequency (ω_s)	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{3}{64}$
Octave bandwidth (B_s)	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{32}$
σ_{ρ_s}	$\frac{1}{4\sqrt{2\ln 2}}$	$\frac{1}{8\sqrt{2\ln 2}}$	$\frac{1}{16\sqrt{2\ln 2}}$	$\frac{1}{32\sqrt{2\ln 2}}$	$\frac{1}{64\sqrt{2\ln 2}}$

<49> 【표 2】

Angular index (r)	0	1	2	3	4	5
Centre frequency (θ_r)	0°	30°	60°	90°	120°	150°
Angular bandwidth	30°	30°	30°	30°	30°	30°
σ_{θ_r}	$\frac{30^\circ}{2\sqrt{2\ln 2}}$	$\frac{30^\circ}{2\sqrt{2\ln 2}}$	$\frac{30^\circ}{2\sqrt{2\ln 2}}$	$\frac{30^\circ}{2\sqrt{2\ln 2}}$	$\frac{30^\circ}{2\sqrt{2\ln 2}}$	$\frac{30^\circ}{2\sqrt{2\ln 2}}$

<50> 다음, 단계 S15에서는 직교좌표계 주파수영역 또는 극좌표 주파수영역에서 가보 필터링된 영상의 질감특징을 추출한다. 이때, 직교좌표계 주파수영역 또는 극좌표계 주파수 영역은 인간 시각인지시스템에 의거하여 도 2에 도시된 것과 같이 분할되는데, 분할된 각 주파수 영역을 특징 채널이라고 한다. 이 특징 채널을 C_i 로 표시하며 $i=6 \times s + r + 1$ 이고, C_0 는 DC 특징 채널을 나타낸다.

<51> 극좌표계 주파수영역 분할레이아웃은 주파수영역을 인간시각인지시스템(HVS : Human Visual System)에 의거하여 분할한 것이다. 이는 가보 필터의 -3dB 통과 대역 주파수 특성이 인간시각인지시스템(HVS : Human Visual System)에 맞게 주파수영역에서 배

열되도록 디자인한다. 이러한 주파수 영역 분할 방법 및 가보 필터 디자인 원칙은 직교 좌표계에도 똑같이 적용된다. 즉, HVS는 저주파 성분에 민감하고 고주파 성분에 둔감한 특성을 보이는데, 이러한 특징을 이용하여 주파수 분할레이아웃을 결정한다. 이에 관한 자세한 사항은 후술하기로 한다.

<52> 본 발명에서는 영상의 질감특징으로서, 각 가보 필터링된 주파수 영역의 에너지 평균값과 에너지 분산값을 이용한다.

<53> 도 2는 인간시각인지시스템에 의거하여 에너지 평균을 추출하기 위한 극좌표 주파수 공간분할 레이아웃을 도시한 도면이다.

<54> 도 2에 보이듯이 극좌표 주파수공간은 방사방향과 각도방향으로 분할되는데, 방사방향은 옥타브 간격으로 원점에서 멀어지는 방향으로 분할하고, 각도방향은 θ 를 $180/P$ (여기서, P 는 θ 의 분할 해상도임.)로 분할한다. 이와 같이 분할하면 에너지 평균을 추출하기 위한 극좌표 주파수 레이아웃은, 저주파영역은 주파수공간이 조밀하게 분할되며 고주파영역은 듬성하게 분할된다. 각 분할된 주파수 영역이 특징채널(C_i)이며, 빗금 쳐진 부분이 5번 특징채널이다.

<55> 여기서, 본 발명의 주요한 특징을 알 수 있는데, 본 발명에서는 라돈 변환에 의해 저주파영역에서의 샘플링은 조밀하게 하고 고주파영역에서의 샘플링은 듬성하게 하며, 이를 HVS에 의거하여 분할할 때 저주파영역은 조밀하게 나누고 고주파영역은 듬성하게 나눈다. 분할된 각 주파수영역별로 즉, 각 채널별로 추출된 특징값들이 질감특징을 잘 반영하게 된다.

<56> 각 채널별로 에너지 평균값과 에너지 분산값이 구해지면, 단계 S15에서 이 특징값

들로부터 영상의 질감을 표현하는 영상의 질감기술자 즉, 특징벡터를 계산한다. 에너지 평균값과 에너지 분산값을 구하는 방법은 후술하기로 한다.

<57> 이 질감기술자는 수학식 4와 같이 표현된다.

<58> 【수학식 4】

$$F = [f_{STD}, f_{DC}, e(1), \dots, e(30), d(1), \dots, d(30)]$$

<59> 여기서, $e(i)$ 는 도 2의 주파수 레이아웃에서 i 번째 가보 필터링된 채널에서의 에너지 평균값이며, $d(i)$ 는 도 2의 주파수 레이아웃에서 i 번째 가보 필터링된 채널에서의 에너지 분산값이다. 여기서, 특히 f_{DC} 는 DC 채널의 에너지를 나타내고 f_{STD} 는 영상에서 전체 픽셀의 분산값을 나타낸다. 상기의 수학식 4에서 각 특징값들은 그 채널의 우선순위에 따라 먼저 표현될 수 있으며 채널의 중요도에 따라 중요도가 낮은 채널의 특징값은 제외시킴으로써 데이터 용량을 감소시킬 수도 있다. 또한 특징의 중요도에 따라 각 채널의 에너지만을 특징값으로 이용하거나 또는 에너지와 에너지 분산을 모두 이용하여 질감기술자 특징벡터를 구성할 수도 있다.

<60> 상기한 특징벡터를 이루는 에너지 평균값($e(i)$)과 에너지 분산값($d(i)$)은 아래의 수학식 6과 수학식 8에 의해 구해지며, 이를 위하여 수학식 5에서는 푸리에 변환 후 가보 필터링된 함수($G_{p,r}(\omega, \theta) \cdot P(\omega, \theta)$)를 이용하여 $p(i)$ 값을 구한다. 이 $p(i)$ 를 수학식 6에 적용하면 에너지 평균값($e(i)$)을 구할 수 있다. 또한, 수학식 7에서는 푸리에 변환된 1차 라돈 변환함수와 수학식 5에서 구한 $p(i)$ 값을 이용하여 $q(i)$ 값을 구한다. 이 $q(i)$ 를 수학식 8에 적용하면 에너지 분산값($d(i)$)을 구할 수 있다.

<61> 【수학식 5】

$$p(i) = \sum_{\omega=0^{\circ}}^1 \sum_{\theta=0^{\circ}}^{360^{\circ}} [G_{P,s,r}(\omega, \theta) \cdot P(\omega, \theta)]^2$$

<62> 【수학식 6】

$$e(i) = \log[1 + p(i)]$$

<63> 【수학식 7】

$$q(i) = \sqrt{\sum_{\omega=0^{\circ}}^1 \sum_{\theta=0^{\circ}}^{360^{\circ}} \{G_{P,s,r}(\omega, \theta) \cdot P(\omega, \theta)\}^2 - p(i)^2}$$

<64> 【수학식 8】

$$d(i) = \log[1 + q(i)]$$

<65> 상기와 같이 각 채널에서의 에너지 평균값과 에너지 분산값으로 이루어진 질감기술자가 구해진다.

<66> 입력되는 모든 영상들에 대해 상기 S11 내지 단계 S16을 반복 수행하여 각 데이터 질감기술자들을 데이터베이스에 저장한다.

<67> 이렇게 데이터베이스에 저장된 데이터 질감기술자들은, 질의 영상으로부터 구해진 질의 질감기술자와 정합하여 질의 영상과 유사한 영상을 검색하는 데 사용된다. 아래에서는 질감기반 검색방법에 대해 살펴보기로 한다.

<68> 데이터베이스에 데이터 질감기술자(F)들이 저장되어 있는 상태에서, 질의 영상(q)을 도 1의 질감표현방법으로 처리하여 질의 질감기술자(F_q)가 주어지면, 임의의 데이터(d) 질감기술자(F_d)와 질의 질감기술자(F_q)와의 유사도를 계산하여 정합정도를 측정한다.

<69> 이 유사도는 수학식 9에 의해 구해지는 두 질감기술자 사이의 거리(D_m)에 반비례하는 값이다.

<70> 【수학식 9】

$$d(q, d) = \text{distance}(F_q, F_d) \\ = \sum_k \left| \frac{w(k)(f_q(k) - f_d(k))}{\alpha(k)} \right|$$

<71> 여기서 $F = \{f(k), k=1, K\}$ 는 이고, $w(k)$ 는 각 채널의 가중치를 나타낸다. 이와 같이, 데이터 질감기술자와 질의 질감기술자 사이의 거리(distance)는 각 채널별로 그 평균값과 분산값을 비교함으로써 얻어진다.

<72> 앞서 설명하였듯이 회전한 영상을 푸리에 변환한 것은 회전하기 전 영상의 푸리에 변환을 주파수 영역에서 회전한 결과와 동일하다. 두 영상을 비교하여 검색할 때, 주파수영역에서 회전하면서 비교하면 회전 각도가 다른 유사한 두 영상을 찾아낼 수 있다. 이러한 회전 불변성을 식으로 표현하면 수학식 10과 같다.

<73> 【수학식 10】

$$d(q, d, m_\phi) = \text{distance}(F_q(k) \mid_{m_\phi}, F_d(k))$$

<74> 여기서, $\phi = 30^\circ$ 이다.

<75> 이렇게 질의영상을 주파수영역에서 회전시키면서 데이터영상과 비교하여 두 영상간의 거리를 구한 후, 그 최소값을 최종적인 두 영상간의 거리값으로 설정한다. 이를 식으로 표현하면 수학식 11과 같다.

<76> 【수학식 11】

$$d(q,d) = \text{minimum of } \{d(q,d,m_\phi) \mid m = 1 \text{ to } 6 \}$$

<77> 또한, 크기 변환된 영상을 푸리에 변환한 것은 크기 변환하기 전 영상의 푸리에 변환을 주파수 영역에서 크기 변환한 결과와 동일하다. 두 영상을 비교할 때 주파수영역에서 크기 변환하면서 비교하면 크기가 다른 유사한 두 영상을 찾아낼 수 있다. 이러한 크기 변환 불변성을 식으로 표현하면 수학식 12와 같다.

<78> 【수학식 12】

$$d(q,d,n) = \text{distance}(F_q(k) \mid_n F_d(k))$$

<79> 여기서, n은 크기 변환된 경우의 수이다.

<80> 이렇게 질의영상의 크기를 변화시키면서 데이터영상과 비교하여 두 영상간의 거리를 구한 후, 그 최소값을 최종적인 두 영상간의 거리로 설정한다. 이를 식으로 표현하면 수학식 13과 같다.

<81> 【수학식 13】

$$d(q,d) = \text{minimum of } \{d(q,d,n) \mid n = 1 \text{ to } N \}$$

<82> 여기서, N은 질의 영상의 총 크기 변환된 숫자이다.

<83> 위에서 양호한 실시예에 근거하여 이 발명을 설명하였지만, 이러한 실시예는 이 발명을 제한하려는 것이 아니라 예시하려는 것이다. 이 발명이 속하는 분야의 숙련자에게는 이 발명의 기술사상을 벗어남이 없이 위 실시예에 대한 다양한 변화나 변경 또는 조절이 가능함이 자명할 것이다. 그러므로, 이 발명의 보호범위는 첨부된 청구범위에 의해서만 한정될 것이며, 위와 같은 변화예나 변경예 또는 조절예를 모두 포함하는 것으로 해석되어야 할 것이다.

【발명의 효과】

- <84> 이상과 같이 본 발명에 의하면, 주파수 공간에서 가보 필터링 방법과, 각 특징값을 추출하는 데 적합한 극좌표계 주파수 공간분할 레이아웃, 각 주파수영역에서의 특징값 추출방법, 각 주파수 채널에 중요도 및 우선 순위 부여 기술을 이용함으로써, 영상의 질감을 보다 정확하게 표현할 수 있을 뿐만 아니라 효율적인 색인 및 검색이 가능해진다.
- <85> 이러한 질감표현방법에 의해 추출된 영상의 질감기술자는, 방대한 크기의 항공사진 및 군사용 레이더 영상 등에서 특별한 특징을 갖는 영상을 찾고자 할 때 유용한 검색 단서로 이용될 수 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

영상의 질감정보를 표현하는 방법에 있어서,

시간영역의 영상을 주파수영역으로 변환하는 제 1 단계와;

상기 주파수영역으로 변환된 영상을 N 개의 필터영역을 가지는 가보 필터에 적용하여 필터링하는 제 2 단계;

상기 가보 필터의 N 개의 필터영역에 대응하는 주파수 공간분할 레이아웃의 각 채널에서 상기 가보 필터링된 영상의 질감 특징값들을 추출하는 제 3 단계; 및

상기 영상의 질감 특징값들을 이용하여 상기 영상의 질감기술자를 표현하는 제 4 단계를 포함한 것을 특징으로 하는 주파수 공간상에서의 가보 필터를 이용한 질감표현방법.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 단계는,

상기 시간영역의 영상을 2차원 푸리에 변환하여, 직교좌표계 주파수영역으로 변환하는 것을 특징으로 하는 주파수 공간상에서의 가보 필터를 이용한 질감표현방법.

【청구항 3】

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 단계는,

상기 시간영역의 영상을 라돈 변환한 후 1차원 퓨리에 변환하여, 극좌표계 주파수 영역으로 변환하는 것을 특징으로 하는 주파수 공간상에서의 가보 필터를 이용한 질감표현방법.

【청구항 4】

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 3 단계의 상기 주파수 공간분할 레이아웃은 인간시각인지시스템(HVS)에 의거하여 만드는 것을 특징으로 하는 주파수 공간상에서의 가보 필터를 이용한 질감표현방법.

【청구항 5】

제 4 항에 있어서,

상기 주파수 공간분할 주파수 레이아웃은,

주파수공간을 방사방향으로 옥타브 간격으로 원점으로부터 멀어지는 방향으로 분할하고, 각도방향으로 '180/분할해상도' 간격으로 분할하여 만드는 것을 특징으로 하는 주파수 공간상에서의 가보 필터를 이용한 질감표현방법.

【청구항 6】

제 4 항에 있어서,

상기 주파수 공간분할 레이아웃의 각 채널에 대해 중요도 또는 우선순위를 부여하는 것을 포함한 것을 특징으로 하는 주파수 공간상에서의 가보 필터를 이용한 질감표현 방법.

【청구항 7】

제 4 항에 있어서,

상기 제 3 단계는,

상기 주파수 공간분할 레이아웃의 각 채널에서 상기 가보 필터링된 영상의 에너지 평균값과 에너지 분산값 중 적어도 하나의 값을 특징값으로 추출하는 것을 특징으로 하는 주파수 공간상에서의 가보 필터를 이용한 질감표현방법.

【청구항 8】

제 7 항에 있어서,

상기 질감기술자는 DC 채널의 에너지와, 영상의 전체 픽셀의 분산값과, 각 채널별로 구해진 에너지 평균값들 및/또는 각 채널별로 구해진 에너지 분산값들을 포함한 것을 특징으로 하는 주파수 공간상에서의 가보 필터를 이용한 질감표현방법.

【청구항 9】

컴퓨터에,

시간영역의 영상을 주파수영역으로 변환하는 제 1 단계와;

상기 주파수영역으로 변환된 영상을 N 개의 필터영역을 가지는 가보 필터에 적용하여 필터링하는 제 2 단계;

상기 가보 필터의 N 개의 필터영역에 대응하는 주파수 공간분할 레이아웃의 각 채널에서 상기 가보 필터링된 영상의 질감 특징값들을 추출하는 제 3 단계; 및

상기 영상의 질감 특징값들을 이용하여 상기 영상의 질감기술자를 표현하는 제 4 단계를 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

【청구항 10】

질의 영상과 유사한 데이터 영상을 질감기반 검색하는 방법에 있어서,

데이터베이스에 저장할 데이터영상들의 데이터 질감기술자를 가보 필터를 이용하여 추출하고 저장하는 제 1 단계와,

질의영상이 입력되면 상기 질의영상의 질의 질감기술자를 가보 필터를 이용하여 추출하고 저장하는 제 2 단계,

상기 데이터 질감기술자와 질의 질감기술자를 정합하여 두 질감기술자 사이의 거리를 측정하는 제 3 단계, 및

상기 두 질감기술자 사이의 거리에 따라 두 영상의 유사도를 판정하는 제 4 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 주파수공간 상에서 가보 필터를 이용한 질감기반 영상 검색방법.

【청구항 11】

제 10 항에 있어서,

상기 제 1 단계와 제 2 단계에서,

상기 데이터 질감기술자와 질의 질감기술자를 추출하는 과정은,

시간영역의 영상을 주파수영역으로 변환하는 제 1 소단계와;

상기 주파수영역으로 변환된 영상을 N개 개의 필터영역을 가지는 가보 필터에 적용하여 필터링하는 제 2 소단계;

상기 가보 필터의 N개 필터영역에 대응하는 주파수 공간분할 레이아웃의 각 채널에서 상기 가보 필터링된 영상의 질감 특징값들을 추출하는 제 3 소단계; 및

상기 영상의 질감 특징값들을 이용하여 상기 영상의 질감기술자를 표현하는 제 4 소단계를 포함한 것을 특징으로 하는 주파수 공간상에서 가보 필터를 이용한 질감기반 영상 검색방법.

【청구항 12】

제 11 항에 있어서,

상기 제 1 소단계는,

상기 시간영역의 영상을 2차원 푸리에 변환하여, 직교좌표계 주파수영역으로 변환하는 것을 특징으로 하는 주파수 공간상에서 가보 필터를 이용한 질감기반 영상 검색방법.

【청구항 13】

제 11 항에 있어서,

상기 제 1 소단계는,

상기 시간영역의 영상을 라돈 변환한 후 1차원 푸리에 변환하여, 극좌표계 주파수 영역으로 변환하는 것을 특징으로 하는 주파수 공간상에서 가보 필터를 이용한 질감기반 영상 검색방법.

【청구항 14】

제 11 항 내지 제 13 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 3 소단계의 상기 주파수 공간분할 레이아웃은 인간시각인지시스템(HVS)에 의거하여 만드는 것을 특징으로 하는 주파수 공간상에서의 가보 필터를 이용한 질감기반 영상 검색방법.

【청구항 15】

제 14 항에 있어서,

상기 주파수 공간분할 주파수 레이아웃은,

주파수공간을 방사방향으로 옥타브 간격으로 원점으로부터 멀어지는 방향으로 분할하고, 각도방향으로 '180/분할해상도' 간격으로 분할하여 만드는 것을 특징으로 하는 주파수 공간상에서의 가보 필터를 이용한 질감기반 영상 검색방법.

【청구항 16】

제 14 항에 있어서,

상기 주파수 공간분할 레이아웃의 각 채널의 중요도 또는 우선순위를 부여하는 것을 포함한 것을 특징으로 하는 주파수 공간상에서의 가보 필터를 이용한 질감기반 영상 검색방법.

【청구항 17】

제 14 항에 있어서,

상기 제 3 소단계는,

상기 주파수 공간분할 레이아웃의 각 채널에서 상기 가보 필터링된 영상의 에너지 평균값과 에너지 분산값 중 적어도 하나의 값을 특징값으로 추출하는 것을 특징으로 하는 주파수 공간상에서의 가보 필터를 이용한 질감기반 영상 검색방법.

【청구항 18】

제 17 항에 있어서,

상기 질감기술자는 DC 채널의 에너지와, 영상의 전체 픽셀의 분산값과, 각 채널별로 구해진 에너지 평균값들 및/또는 각 채널별로 구해진 에너지 분산값들을 포함한 것을 특징으로 하는 주파수 공간상에서의 가보 필터를 이용한 질감기반 영상 검색방법.

【청구항 19】

제 17 항에 있어서,

상기 제 3 단계에서 두 질감기술자 사이의 거리는 각 채널별로 추출된 특징값을 각각 비교하여 측정하는 것을 특징으로 하는 주파수 공간상에서의 가보 필터를 이용한 질감기반 영상 검색방법.

【청구항 20】

제 19 항에 있어서,

상기 질의 영상을 주파수영역에서 일정 각도씩 회전하면서 상기 데이터영상과의 거리를 측정하여, 최소가 되는 거리를 두 영상간의 거리로 설정하는 것을 특징으로 하는 주파수 공간상에서의 가보 필터를 이용한 질감기반 영상 검색방법.

【청구항 21】

제 19 항에 있어서,

상기 질의 영상을 주파수 영역에서 크기 변환하면서 상기 데이터영상과의 거리를 측정하여, 최소가 되는 거리를 두 영상간의 거리로 설정하는 것을 특징으로 하는 주파수 공간상에서의 가보 필터를 이용한 질감기반 영상 검색방법.

【청구항 22】

컴퓨터에,

데이터베이스에 저장할 데이터영상을 주파수영역으로 변환하고 가보 필터링한 후
특징값들을 추출하여 데이터 질감기술자를 표현하여 저장하는 제 1 단계와,

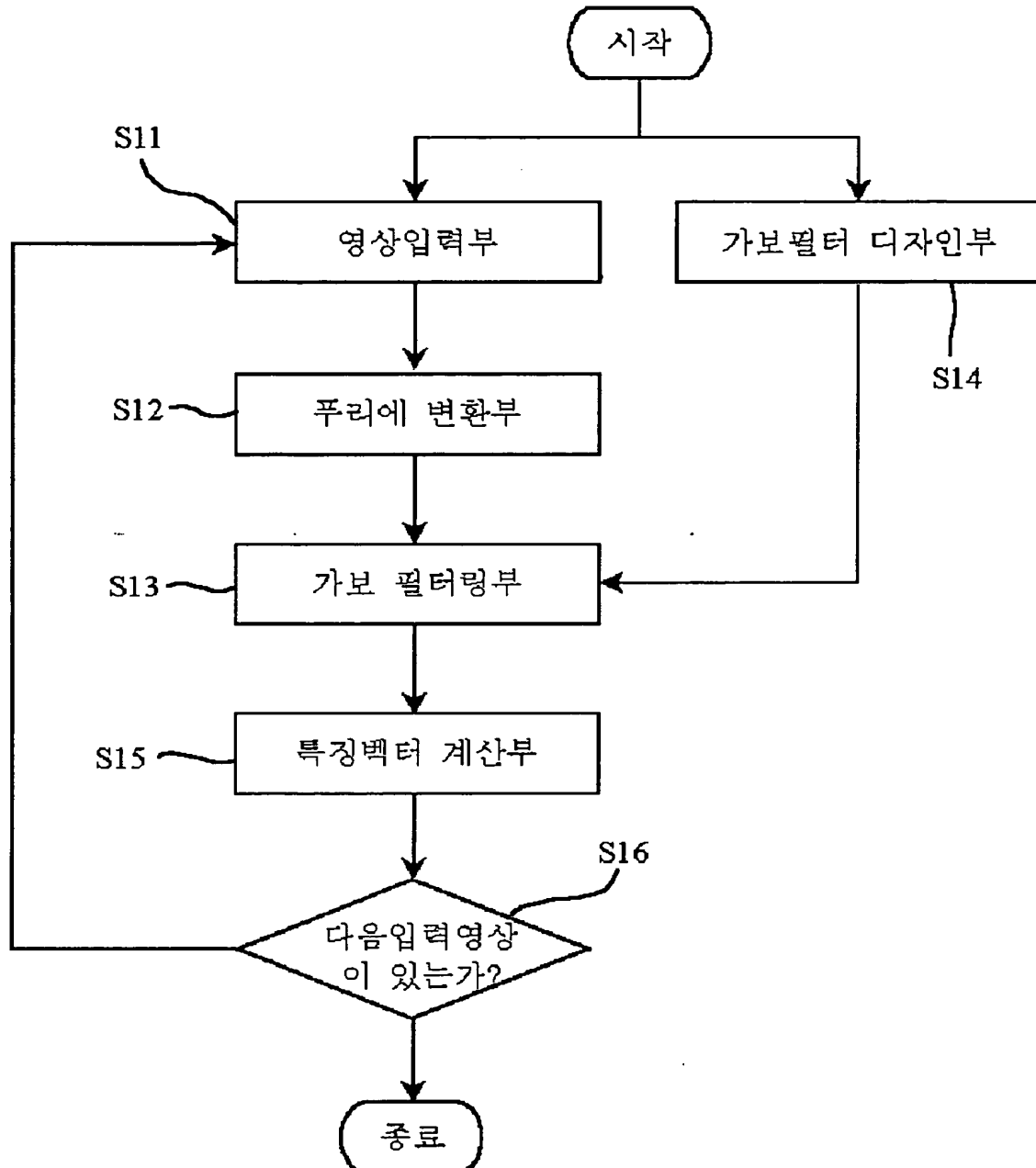
질의영상이 입력되면 상기 질의영상을 주파수영역으로 변환하고 가보 필터링한 후
특징값들을 추출하여 질의 질감기술자를 표현하는 제 2 단계,

상기 데이터 질감기술자와 상기 질의 질감기술자를 정합하여 두 질감기술자 사이
의 거리를 측정하는 제 3 단계, 및

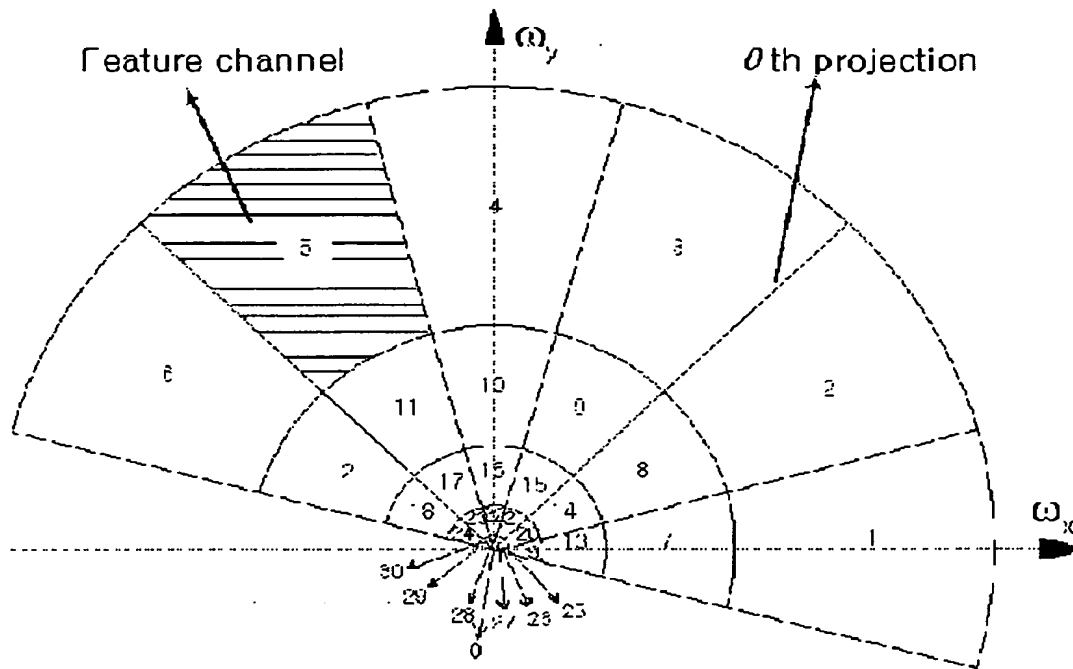
상기 두 질감기술자 사이의 거리에 따라 두 영상의 유사도를 판정하는 제 4 단계를
실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

【도면】

【도 1】



【도 2】



【도 3】

